

**RANCANG BANGUN DAN ANALISA RANGKAIAN *PROTOTYPE*
TRANSFER DAYA LISTRIK TANPA KABEL**



PUBLIKASI ILMIAH

Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada Jurusan
Teknik Elektro
Fakultas Teknik

Oleh:

AAN BUDI SULISTYO

D 400 120 018

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2016

HALAMAN PERSETUJUAN

RANCANG BANGUN DAN ANALISA RANGKAIAN *PROTOTYPE* *TRANSFER* DAYA LISTRIK TANPA KABEL

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

AAN BUDI SULISTYO

D 400 120 018

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing

A handwritten signature in blue ink, consisting of a stylized 'H' followed by a large loop and a horizontal stroke.

Hasyim Asy'ari, ST.MT

NIK. 981

HALAMAN PENGESAHAN

RANCANG BANGUN DAN ANALISA RANGKAIAN *PROTOTYPE* *TRANSFER* DAYA LISTRIK TANPA KABEL

OLEH

AAN BUDI SULISTYO

D 400 120 018

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Rabu, 04 Mei 2016
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Hasyim Asy'ari, ST.MT
(Ketua Dewan Penguji)
2. Agus Supardi, ST.MT
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Aris Budiman, ST.MT
(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)

(.....)

(.....)



PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidak benaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 04 Mei 2016

Penulis



AAN BUDI SULISTYO

D 400 120 018

RANCANG BANGUN DAN ANALISA RANGKAIAN *PROTOTYPE TRANSFER* DAYA LISTRIK TANPA KABEL

AAN BUDI SULISTYO

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
aanbudisulistyo@gmail.com

HASYIM ASY'ARI

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Hasyim.Asy'ari@ums.ac.id

Abstrak

Teknologi tanpa kabel merupakan perkembangan teknologi yang sangat dibutuhkan sekarang ini mengingat kemajuan teknologi pada perangkat elektronik yang sangat pesat. Setiap perangkat elektronik pasti memerlukan daya listrik dan kabel sebagai perantaranya. Untuk itu apabila ada alat yang dapat *mentransfer* daya listrik tanpa kabel tentunya akan lebih mempermudah pengguna dalam menggunakan perangkat elektronik tersebut.

Tujuan Penelitian ini yaitu membuat rangkaian *prototype transfer* daya listrik tanpa kabel. Adapun metode yang digunakan diantara lain studi literature, pengumpulan data, perancangan alat, pembuatan alat, kemudian pengujian dengan menggunakan catu daya 16 volt DC/1,2 Ampere. Lilitan pemancar menggunakan pipa tembaga dengan luas penampang 28,26 mm². Sedangkan pada lilitan penerima menggunakan tembaga yang sama dengan pemancar dengan luas penampang 28,26 mm² yang dibandingkan dengan lilitan tembaga luas penampang 1,5 mm² dan 2,5 mm² pada jarak 2-20 cm.

Hasil pengujian menunjukkan lilitan penerima luas penampang 2,5 mm² lebih baik hingga mampu menerima daya maksimal 1,36 watt dan jarak terjauh 12 cm dan lilitan penerima luas penampang 1,5 mm² mampu menerima daya maksimal sebesar 0,67 watt dan jarak terjauh 12 cm. Sedangkan lilitan penerima yang sama dengan lilitan pemancar dengan luas penampang 28,26 mm² hanya mampu menerima daya maksimal 0,32 watt dan jarak maksimal 8 cm.

Kata kunci: Teknologi tanpa kabel, luas penampang, jarak.

Abstract

Wireless technology is the development of technology that is needed currently given the technological advances in electronic devices very rapidly. Every electronic devices certainly require electric power and cable as the conductor. Therefore, if there is a tool that can transfer electric power without wires, it would be more easy for the user to use the electronic devices.

The purpose of this research is to make a series of prototype electric power transfer without wires. The method used such as literature studies, data gathering, device design, tool-making, then testing using 16 volt DC power supply / 1.2 Ampere. Transmitter coil use a copper pipe with a cross sectional area of 28.26 mm². While the receiver coil use the same copper to the transmitter with the cross-sectional area 28.26 mm², which compared to copper coil cross-sectional area of 1.5 mm² and 2.5 mm² at a distance of 2-20 cm.

The test results showed the receiver coil sectional area of 2.5 mm² are better, able to receive a maximum power of 1.36 watts and the farthest distance of 12 cm and a receiver coil cross-sectional area of 1.5 mm² able to receive a maximum power of 0.67 watts and the farthest distance of 12 cm. While the receiver coil similar to the transmitter with the cross sectional area of 28.26 mm² can only accept a maximum power of 0.32 watts and a maximum distance of 8 cm.

Keywords: wireless technology, cross-sectional area, distance.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi tanpa kabel atau sering disebut dengan wireless saat ini semakin pesat. Hal ini dilandasi karena juga meningkatnya teknologi pada perangkat elektronik yang sering digunakan kebutuhan komunikasi dan kebutuhan sehari-hari. Setiap perangkat elektronik tersebut pasti memerlukan daya listrik untuk peranannya, seperti pengisian baterai, disini peran kabel sangatlah penting untuk perantara transfer daya tersebut. Ketergantungan manusia terhadap perangkat elektronik sangat terasa di kehidupan sehari-hari dimana semakin banyak perangkat elektronik semakin banyak pula kabel yang dibutuhkan untuk transfer daya disetiap perangkat ada juga yang digunakan untuk pengisian baterai perangkat elektronik selain itu juga banyak menarik para peneliti dalam tahun terakhir (Zhou et al., 2014). Apabila ada alat yang digunakan untuk transfer daya listrik tanpa kabel untuk perangkat elektronik tentunya akan mempermudah manusia dalam kehidupan sehari-hari dalam segi praktis, serta efisien. Alat yang menggunakan kopling magnetik dianggap cocok digunakan pada teknologi ini karena proses pengiriman dayanya tidak menggunakan kontak fisik tetapi menggunakan induksi magnet yang saling berinteraksi (Muchtar, M. 2013).

Pada abad ke-19 ilmuwan Nicola Tesla telah mempelajari dan meneliti tentang pemancar dan penerima daya listrik tanpa melalui penghantar atau kabel. Yaitu dengan mengembangkan dan mempelajari sistem induksi elektromagnetik pada kumparan Tesla sampai pada akhirnya Nicola Tesla membangun sebuah menara bernama Wardenclyffe. Menara ini bertujuan untuk pembangkit dan pemancar daya listrik serta pemancar informasi ke seluruh dunia. Yang pada akhirnya menara ini dihancurkan sebelum beroperasi dikarenakan berhentinya sumber dana. Disini bisa dilihat bahwa induksi elektromagnetik juga bisa digunakan untuk transfer daya listrik contohnya trafo yang bisa mengirimkan daya listrik dari lilitan ke lilitan yang lain tanpa menghubungkan kedua lilitan tersebut akan tetapi memerlukan inti besi sebagai tempat berjalannya aliran induksi elektromagnetik serta jarak yang cukup dekat sehingga kurang efisien. Berbeda dengan induksi elektromagnetik pada trafo yang dapat menurun efisiensinya Karena jarak sedangkan resonansi magnetik ini tidak (Zhao et al., 2013). Sehingga konsep magnetik dapat digunakan untuk mentransfer daya dari lilitan pemancar ke lilitan penerima dengan tegangan tinggi (Agbinya, J. 2012).

Dalam penelitian ini, penulis akan membuat rangkaian *Prototype Transfer* daya listrik tanpa kabel yang terdiri dari rangkaian pemancar dan penerima yang menggunakan prinsip resonansi magnet. Pada rangkaian pemancar berfungsi untuk mengubah energy DC menjadi energi AC untuk mengirimkan medan magnet melalui frekuensi dan kemudian menginduksi lilitan penerima (Mung et al., 2015). Untuk mempermudah analisa pada pengujian penulis membuat frekuensi pada pemancar dan penerima dibuat sama dengan besar kapasitor yang sama karena frekuensi dapat mempengaruhi daya yang dipancarkan maupun yang diterima, besar nilainya di ambil dari referensi penelitian sebelumnya (Suksmadana, I. M. B. 1943). Selain itu penulis juga menganalisa dengan menggunakan besar lilitan yang sama dan berbeda pada rangkaian penerima serta membandingkan jarak yang berbeda-beda pada setiap pasang lilitan untuk menentukan jarak *transfer* daya listrik yang ideal pada setiap pasang lilitan tersebut. Karena setiap lilitan yang mempunyai panjang, besar penampang dan jumlah lilitan yang berbeda-beda mempunyai optimalisasi sendiri-sendiri (Fisika, P. 2014). Dengan pengujian ini dapat diketahui dengan masing-masing pasangan lilitan itu berapa daya yang dihasilkan pada jarak ideal tersebut. Sangat disarankan sistem mempunyai kemampuan yang baik dalam beradaptasi dalam beban yang bervariasi dan mempunyai stabilitas frekuensi yang baik (Guo et al., 2015).

1.1 Rumusan Masalah

Bagaimana merancang dan membuat rangkaian *prototype* pemancar dan penerima daya listrik tanpa kabel daya maksimal dengan jarak yang ideal.

1.2 Tujuan Penelitian

Dapat merancang dan membuat rangkaian *prototype* pemancar dan penerima daya listrik tanpa kabel yang baik dengan jarak yang ideal.

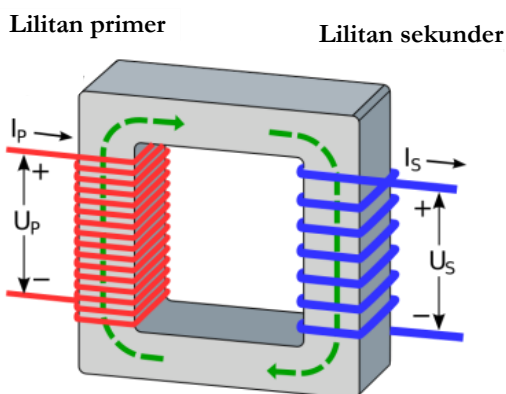
1.3 Manfaat Penelitian

- Untuk mempermudah di kehidupan sehari-hari dalam menggunakan perangkat elektronik seperti pengisian baterai *handphone*.
- Diharapkan kedepannya semua perangkat elektronik mengembangkan teknologi tanpa kabel untuk menambah dalam segi praktis, dan efisien dalam penggunaan.

1.4 Landasan Teori

Listrik dan magnet merupakan dua hal yang saling berhubungan, dapat di contohkan sebuah trafo yang terdiri dari dua buah lilitan yang tidak saling bersentuhan yang dililit pada sebuah inti besi apabila salah satu lilitan tersebut

di aliri arus bolak-balik maka akan timbul medan magnet di sekitar penghantar tersebut dan aliran arus listrik yang mengalir dari ujung penghantar ke ujung satunya akan menimbulkan GGL induksi, arah GGL induksi dapat ditentukan dari arah arus listrik yang mengalir pada penghantar tersebut. GGL induksi yang mengalir lewat inti besi dan menginduksi kumparan yang satunya. Setiap GGL induksi selalu membawa energi berupa medan listrik sehingga kumparan yang terinduksi elektromagnetik tersebut juga akan bangkit energi listrik, besar energi listrik yang timbul berbanding lurus dengan besar induksi magnet yang di terima dan besar induksi magnet yang di terima selalu berbanding lurus dengan banyaknya lilitan pada kumparan tersebut. Hal ini bisa di katakan bahwa magnet dan listrik merupakan dua hal yang saling berkaitan. Medan magnet lebih aman bagi manusia jika dibandingkan medan listrik oleh karena itu dalam proses transfer daya listrik lebih cocok menggunakan induksi magnet. Akan tetapi efisiensi pada trafo ini akan berkurang apabila jarak antar lilitan tersebut di jauhkan. Untuk mengatasi hal tersebut digunakanlah rangkaian resonator untuk membangkitkan resonansi induksi magnet. Berikut ini adalah gambar proses induksi magnet pada trafo.

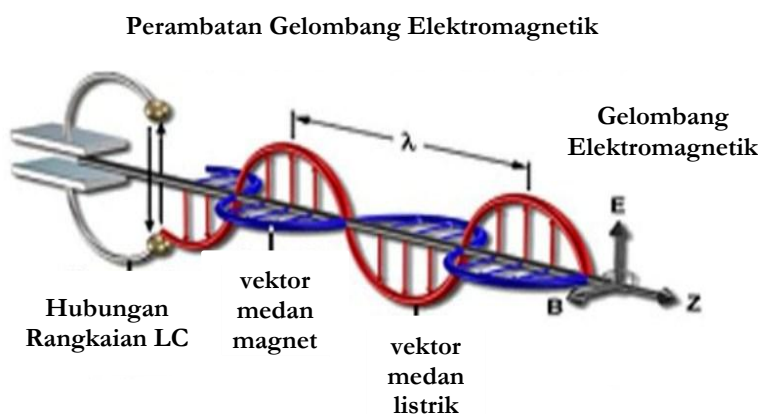


Gambar 1. Gambar kontruksi trafo

Resonansi elektromagnetik terdiri dari medan listrik dan medan magnet yang saling berkaitan, resonansi bisa dicontohkan sebuah benda yang bergetar akan mempengaruhi benda lain pada jarak tertentu akan ikut bergetar dengan frekuensi yang sama. Dalam proses memancarkan dan menerima daya listrik pada jarak tertentu tentunya menggunakan medan magnet akan lebih aman jika dibandingkan medan listrik. Gelombang elektromagnetik tersebut akan memancar merambat meskipun tidak ada media penghantar seperti pada trafo yang memerlukan inti besi untuk proses berjalannya GGL induksi. Dalam prinsipnya resonansi akan terjadi ketika frekuensi resonansi pada kumparan tersebut bernilai sama dengan frekuensi sumber arus bolak-balik. Apabila rangkaian tersebut menggunakan sumber arus searah maka perlu menggunakan rangkaian L dan C untuk membangkitkan frekuensi resonansi. sehingga frekuensi resonansi yang dibangkitkan dari rangkaian L dan C bisa dicari dengan persamaan berikut ini

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \dots\dots\dots (1)$$

Untuk memperjelas pengertian diatas berikut ini adalah gambar hubungan medan magnet dan medan listrik dalam resonansi gelombang elektromagnetik.



Gambar 2. Gambar hubungan medan magnet dengan medan listrik

Rangkaian LC merupakan rangkaian resonansi yang menghasilkan arus bolak balik dari sumber arus searah atau bisa dikatakan pembangkit sinyal. Rangkaian LC terdiri dari dua komponen yaitu induktor dan kapasitor yang memiliki sifat karakteristik menyimpan medan energi, pada induktor bersifat menyimpan medan magnet sedangkan

kapasitor bersifat menyimpan medan listrik. Nilai kapasitor dan induktor dapat mempengaruhi besar sinyal yang dibangkitkan, biasanya nilai kapasitor sudah tertera pada komponen tersebut dengan satuan Farad (F) sedangkan untuk mengetahui berapa nilai pada induktansi bisa menggunakan L meter dengan satuan Henry (h). Selain menggunakan alat ukur, untuk mengetahui nilai induktansi bisa menggunakan persamaan berikut ini

$$L = N \times (\varphi / I) \dots\dots\dots (2)$$

$$= N \times ((B \times A) / I) \dots\dots\dots (3)$$

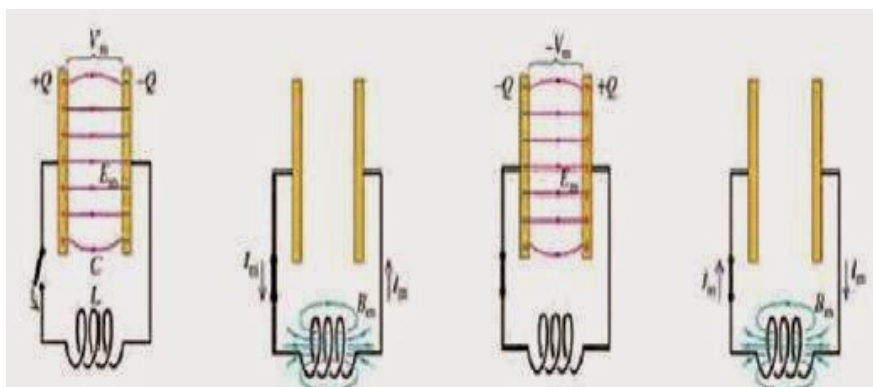
$$= (\mu_0 \times N \times I) / (l \times I) \dots\dots\dots (4)$$

Dimana: L= induktansi(henry), φ = besar magnetic fluks(Wb), N= jumlah lilitan, A= luas area (mm²), B= kerapatan fluks, I= arus(A), l= panjang koil(m), μ_0 =Permeabilitas ($4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$).

Dari persamaan diatas sehingga dapat disederhanakan menjadi persamaan berikut ini

$$L = \mu_0 \cdot \frac{N^2 \cdot A}{l} \dots\dots\dots (5)$$

Prinsip kerja rangkaian LC dapat di ilustrasikan seperti gambar 3. pertama kapasitor akan berisi maksimum muatan listrik dari sumber kemudian saklar akan tertutup kapasitor mulai terjadi pengosongan dan arus akan mengalir ke induktor hingga terjadi pengisian maksimum pada induktor dan membangkitkan medan magnet, arus pada induktor tersebut kembali mengalir pada kapasitor dari arah yang berbeda sehingga terjadi pengisian kapasitor kembali dan induktor terjadi pengosongan. Hal tersebut akan terus menerus berulang sehingga timbul resonansi antara medan magnet dan medan listrik. Untuk memerjelas pemahaman berikut ini adalah gambar prinsip kerja rangkaian LC.



Gambar 3. Prinsip kerja rangkaian LC

2. METODE

2.1 Rancangan Penelitian

Dalam penelitian tugas akhir ini penulis menggunakan metodologi penulisan sebagai berikut :

- Studi literature
Merupakan kajian penulis atas referensi-referensi yang ada baik berupa buku maupun karya-karya ilmiah yang berhubungan dengan penulisan penelitian ini.
- Pengumpulan data
Pengumpulan data berupa desain rangkaian, spesifikasi alat sejenis, dan tempat penjualan komponen.
- Perancangan alat
Perancangan alat meliputi desain alat, elektronika alat, dan *flowchart* kerja alat.
- Pembuatan alat
Pembuatan alat meliputi pembuatan desain elektronika alat, pembuatan mekanik alat seperti antenna pemancar dan penerima, dan menginstal semua komponen menjadi satu.
- Pengujian dan Analisis Data
Pengujian alat dilakukan berulang-ulang dengan jarak yang berbeda. untuk mempermudah menganalisa dalam pengujian, lilitan yang dirubah adalah lilitan pada rangkaian penerima kemudian dianalisa lilitan mana yang mampu menerima daya maksimal dengan jarak yang paling jauh.

2.2 Peralatan Utama dan Pendukung

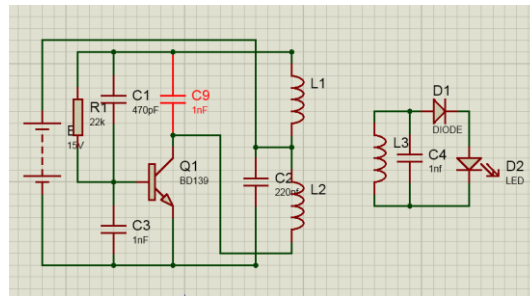
Peralatan yang akan digunakan untuk penelitian ini antara lain:

Tabel 1. Peralatan Utama dan Pendukung

| Nama | Spesifikasi | Jumlah |
|--------------------------|--|---------|
| <i>Software</i> diptrace | Versi 2.4.0.2 | 1 |
| <i>Software</i> proteus | Versi 8 | 1 |
| Power suplay DC | 16 volt/1,2 Ampere | 1 buah |
| Kapasior mkm | 220 nano farad | 1 buah |
| Kapasitor milar | 4,7 nano farad | 3 buah |
| Kapasitor keramik | 1 nano farad | 1 buah |
| Transistor BD139 | NPN | 1 buah |
| Resistor | 22 kilo ohm | 1 buah |
| Led | 3 mm | 1 buah |
| Pipa tembaga | Luas penampang 28,16 mm ² | 1 meter |
| Kabel tembaga | Luas penampang 1,5 dan 2,5 mm ² | 3 meter |
| Diode | 1 ampere | 1 buah |
| Penggaris | Alumunium | 1 buah |
| Multimeter | Digital | 1 buah |

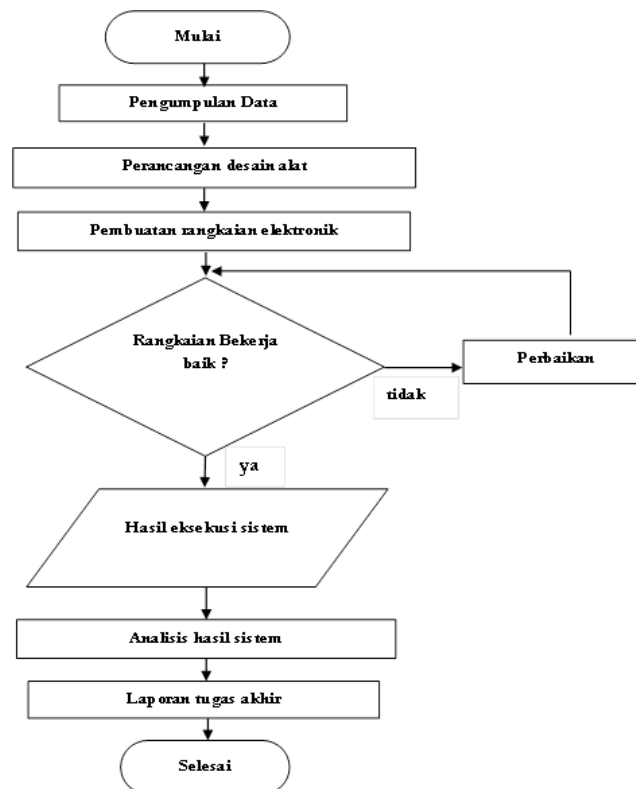
2.3 Gambar skema rangkaian pemancar dan penerima

Skema rangkaian pemancar dan penerima dibuat menggunakan *software* proteus versi 8 dapat dilihat gambar 4.



Gambar 4. Skema Rangkaian

2.4 Flowchart Penelitian



Gambar 5. Flowchart Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perhitungan frekuensi resonansi dan induktansi

Perhitungan ini digunakan untuk mengetahui berapa induktansi lilitan pada rangkaian pemancar dan masing-masing lilitan pada rangkaian penerima. Kemudian nilai induktansi tersebut digunakan untuk mengetahui berapa frekuensi resonansi pada rangkaian pemancar dan masing-masing rangkaian penerima. Data pada rangkaian lilitan rangkaian pemancar dan penerima adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Spesifikasi Rangkaian

| Jenis Rangkaian | l (mm) | N | C (farad) | A (mm ²) | fr (Hertz) | L (Henry) |
|-----------------|--------|----|--------------------|----------------------|------------|-----------|
| Pemancar | 800 | 2 | 1x10 ⁻⁹ | 28,26 | ? | ? |
| Penerima 1 | 800 | 2 | 1x10 ⁻⁹ | 28,26 | ? | ? |
| Penerima 2 | 2500 | 10 | 1x10 ⁻⁹ | 1,5 | ? | ? |
| Penerima 3 | 1800 | 6 | 1x10 ⁻⁹ | 2,5 | ? | ? |

Dimana: l = Panjang lilitan (mm)
 N = Jumlah lilitan
 C = kapasitor (Farad)
 A = luas penampang (mm²)
 fr = frekuensi resonansi (Hertz)
 L = Induktansi (Henry)
 μ_0 = Permeabilitas = $4\pi \cdot 10^{-7}$ (wb/Am)

- Hasil Perhitungan induktansi dan frekuensi resonansi rangkaian pemancar

Untuk perhitungan induktansi dapat di cari dengan persamaan 5.

Dimana nilai:

$$L = 4.3,14 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{2^2 \cdot 28,26}{800}$$

Sehingga:

$$L = 0,17 \mu\text{h}$$

Untuk perhitungan frekuensi resonansi dapat di cari dengan persamaan 1.

Dimana nilai:

$$fr = \frac{1}{2.3,14 \cdot \sqrt{0,17 \times 10^{-6} \cdot 1 \times 10^{-9}}}$$

Sehingga:

$$fr = 12 \times 10^6 \text{ Hz} = 12 \text{ Mhz}$$

- Hasil Perhitungan induktansi dan frekuensi resonansi rangkaian penerima luas penampang 28,26 mm².

Untuk perhitungan induktansi dapat di cari dengan persamaan 5.

Dimana nilai:

$$L = 4.3,14 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{2^2 \cdot 28,26}{800}$$

Sehingga:

$$L = 0,17 \mu\text{h}$$

Untuk perhitungan frekuensi resonansi dapat di cari dengan persamaan 1.

Dimana nilai:

$$fr = \frac{1}{2.3,14 \cdot \sqrt{0,17 \times 10^{-6} \cdot 1 \times 10^{-9}}}$$

Sehingga:

$$fr = 12 \times 10^6 \text{ Hz} = 12 \text{ Mhz}$$

- Hasil Perhitungan induktansi dan frekuensi resonansi rangkaian penerima luas penampang 1,5 mm²

Untuk induktansi ini dapat dicari dengan persamaan 5.

Dimana nilai:

$$L = 4.3,14 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{10^2 \cdot 1,5}{2500}$$

Sehingga:

$$L = 0,075 \mu\text{h}$$

Untuk frekuensi resonansi ini dapat dicari dengan persamaan 1.

Dimana nilai:

$$fr = \frac{1}{2.3,14 \cdot \sqrt{0,075 \times 10^{-6} \cdot 1 \times 10^{-9}}}$$

Sehingga:

$$fr = 18 \times 10^6 = 18 \text{ Mhz}$$

- Hasil Perhitungan induktansi dan frekuensi resonansi rangkaian penerima luas penampang 2,5 mm²

Untuk induktansi ini dapat dicari dengan persamaan 5.

Dimana nilai:

$$L = 4.3,14 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{6^2 \cdot 2,5}{1800}$$

Sehingga:

$$L = 0,062 \mu\text{H}$$

Untuk frekuensi resonansi ini dapat dicari dengan persamaan 1.

Dimana nilai:

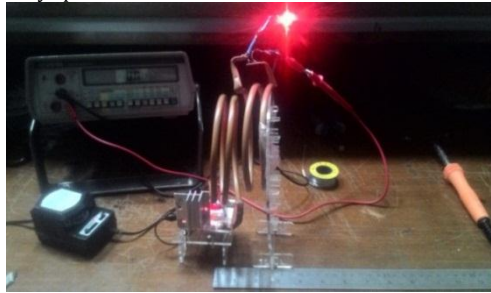
$$f_r = \frac{1}{2\pi \cdot 14 \cdot \sqrt{0,062 \times 10^{-6} \cdot 1 \times 10^{-9}}}$$

Sehingga:

$$f_r = 20 \times 10^6 = 20 \text{ Mhz}$$

3.2 Pengujian dengan lilitan penerima luas penampang 28,26 mm²

Pengujian ini dilakukan dengan lilitan pemancar yang mempunyai nilai frekuensi resonansi 12Mhz dengan lilitan penerima yang sama seperti lilitan pemancar dengan nilai frekuensi resonansi 12Mhz. Nilai arus dan tegangan dari hasil pengujian adalah sebagai berikut, dan nilai daya didapat dari persamaan $P = V \times I$ sedangkan nilai efisiensi didapat dari persamaan $\text{Eff} = \frac{\text{daya penerima}}{\text{daya pemancar}} \cdot 100\%$



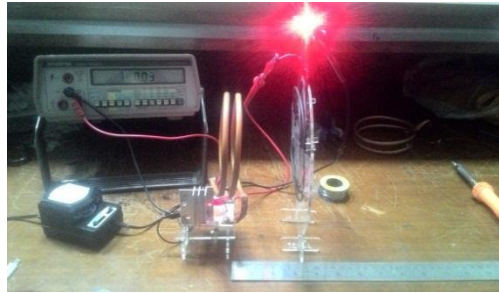
Gambar 6. Pengujian Lilitan Penerima Luas Penampang 28,26mm²

Tabel 3. Hasil Pengujian Lilitan Penerima Luas Penampang 28,26mm²

| Jarak (cm) | Pemancar | | | Penerima | | | Efisiensi (%) |
|---------------|-----------------|-------------|----------------|-----------------|-------------|----------------|------------------|
| | Tegangan (V) | Arus (A) | Daya (Watt) | Tegangan (V) | Arus (A) | Daya (Watt) | |
| 2 | 13,5 | 0,18 | 2,43 | 6,4 | 0,05 | 0,32 | 13,16 |
| 4 | 13,5 | 0,18 | 2,43 | 5,2 | 0,04 | 0,20 | 8,23 |
| 6 | 13,5 | 0,18 | 2,43 | 4,1 | 0,02 | 0,08 | 3,29 |
| 8 | 13,5 | 0,18 | 2,43 | 3,1 | 0,01 | 0,03 | 1,23 |
| 10 | 13,5 | 0,18 | 2,43 | 2,2 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | 13,5 | 0,18 | 2,43 | 1,8 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | 13,5 | 0,18 | 2,43 | 1,2 | 0 | 0 | 0 |
| 16 | 13,5 | 0,18 | 2,43 | 0,9 | 0 | 0 | 0 |
| 18 | 13,5 | 0,18 | 2,43 | 0,8 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | 13,5 | 0,18 | 2,43 | 0,6 | 0 | 0 | 0 |

3.3 Pengujian dengan lilitan penerima luas penampang 1,5 mm²

Pengujian ini dilakukan dengan lilitan pemancar yang mempunyai nilai frekuensi resonansi 12Mhz dengan lilitan penerima dengan nilai frekuensi resonansi 18Mhz. Nilai arus dan tegangan dari hasil pengujian adalah sebagai berikut, dan nilai daya didapat dari persamaan $P = V \times I$ sedangkan nilai efisiensi didapat dari persamaan $\text{Eff} = \frac{\text{daya penerima}}{\text{daya pemancar}} \cdot 100\%$



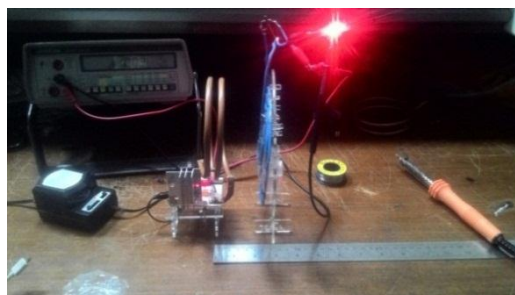
Gambar 7. Pengujian Lilitan Penerima Luas Penampang 1,5 mm²

Tabel 4. Hasil Pengujian Lilitan Penerima Luas Penampang 1,5 mm²

| Jarak (cm) | Pemancar | | | Penerima | | | Efisiensi (%) |
|---------------|-----------------|-------------|----------------|-----------------|-------------|----------------|------------------|
| | Tegangan (V) | Arus (A) | Daya (Watt) | Tegangan (V) | Arus (A) | Daya (Watt) | |
| 2 | 13,5 | 0,18 | 2,43 | 11,2 | 0,06 | 0,67 | 27,57 |
| 4 | 13,5 | 0,18 | 2,43 | 10,5 | 0,05 | 0,52 | 21,39 |
| 6 | 13,5 | 0,18 | 2,43 | 8,8 | 0,04 | 0,35 | 14,40 |
| 8 | 13,5 | 0,18 | 2,43 | 6,9 | 0,03 | 0,20 | 8,23 |
| 10 | 13,5 | 0,18 | 2,43 | 4,3 | 0,02 | 0,08 | 3,29 |
| 12 | 13,5 | 0,18 | 2,43 | 2,4 | 0,01 | 0,02 | 0,82 |
| 14 | 13,5 | 0,18 | 2,43 | 1,5 | 0 | 0 | 0 |
| 16 | 13,5 | 0,18 | 2,43 | 1,0 | 0 | 0 | 0 |
| 18 | 13,5 | 0,18 | 2,43 | 0,8 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | 13,5 | 0,18 | 2,43 | 0,6 | 0 | 0 | 0 |

3.4 Pengujian dengan lilitan penerima luas penampang 2,5 mm²

Pengujian ini dilakukan dengan lilitan pemancar yang mempunyai nilai frekuensi resonansi 12Mhz dengan lilitan penerima dengan nilai frekuensi resonansi 20Mhz. Nilai arus dan tegangan dari hasil pengujian adalah sebagai berikut, dan nilai daya didapat dari persamaan $P = V \times I$ sedangkan nilai efisiensi didapat dari persamaan $Eff = \frac{\text{daya penerima}}{\text{daya pemancar}} \cdot 100\%$



Gambar 8. Pengujian Lilitan Penerima Luas Penampang 2,5 mm²

Tabel 5. Hasil Pengujian Lilitan Penerima Luas Penampang 2,5 mm²

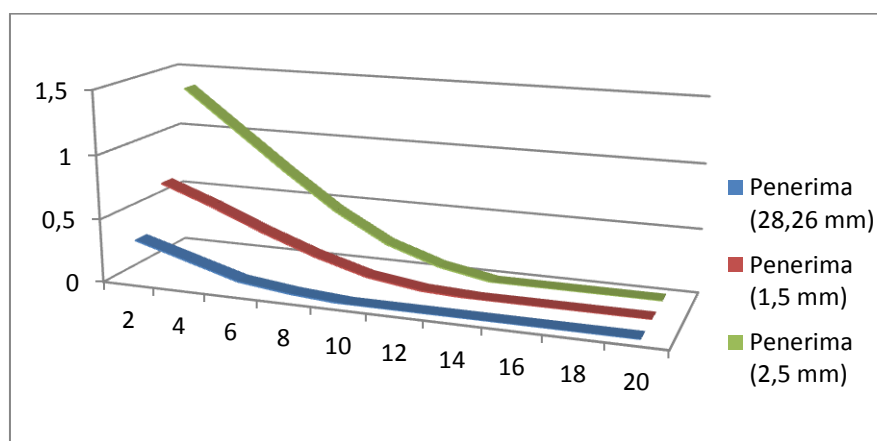
| Jarak (cm) | Pemancar | | | Penerima | | | Efisiensi (%) |
|---------------|-----------------|-------------|----------------|-----------------|-------------|----------------|------------------|
| | Tegangan (V) | Arus (A) | Daya (Watt) | Tegangan (V) | Arus (A) | Daya (Watt) | |
| 2 | 13,5 | 0,18 | 2,43 | 22,8 | 0,06 | 1,36 | 55,96 |
| 4 | 13,5 | 0,18 | 2,43 | 21,0 | 0,05 | 1,05 | 43,20 |
| 6 | 13,5 | 0,18 | 2,43 | 18,7 | 0,04 | 0,74 | 30,45 |
| 8 | 13,5 | 0,18 | 2,43 | 15,0 | 0,03 | 0,45 | 18,51 |
| 10 | 13,5 | 0,18 | 2,43 | 11,2 | 0,02 | 0,22 | 9,05 |
| 12 | 13,5 | 0,18 | 2,43 | 8,0 | 0,01 | 0,08 | 3,29 |
| 14 | 13,5 | 0,18 | 2,43 | 6,6 | 0 | 0 | 0 |
| 16 | 13,5 | 0,18 | 2,43 | 4,2 | 0 | 0 | 0 |
| 18 | 13,5 | 0,18 | 2,43 | 3,1 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | 13,5 | 0,18 | 2,43 | 2,2 | 0 | 0 | 0 |

3.5 Hasil Perbandingan pengujian

Setelah melakukan pengujian dengan merubah lilitan pada rangkaian penerima yang mempunyai nilai induktansi dan frekuensi resonansi yang sama dan berbeda-beda dengan lilitan pemancar dengan jarak yang berbeda-beda, maka perbandingan hasil daya dan efisiensi yang didapatkan dari masing-masing lilitan adalah sebagai berikut.

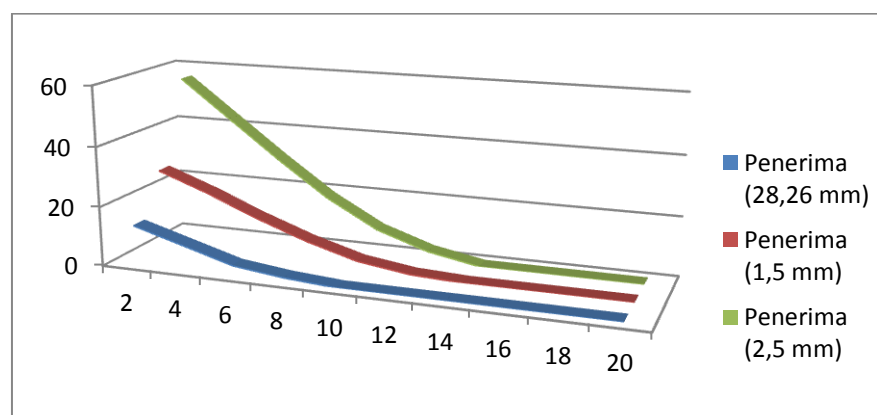
Tabel 6. Hasil Perbandingan Seluruh Pengujian

| Jarak (cm) | Daya Pemancar (W) | Penerima 28,26 mm ² | | Penerima 1,5 mm ² | | Penerima 2,5 mm ² | |
|---------------|-------------------------|-----------------------------------|--------|---------------------------------|---------|---------------------------------|--------|
| | | P (W) | Eff(%) | P (W) | Eff (%) | P (W) | Eff(%) |
| 2 | 2,43 | 0,32 | 13,16 | 0,67 | 27,57 | 1,36 | 55,96 |
| 4 | | 0,20 | 8,23 | 0,52 | 21,39 | 1,05 | 43,20 |
| 6 | | 0,08 | 3,29 | 0,35 | 14,40 | 0,74 | 30,45 |
| 8 | | 0,03 | 1,23 | 0,20 | 8,23 | 0,45 | 18,51 |
| 10 | | 0 | 0 | 0,08 | 3,29 | 0,22 | 9,05 |
| 12 | | 0 | 0 | 0,02 | 0,82 | 0,08 | 3,29 |
| 14 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |



Gambar 9. Grafik Hubungan Jarak Dengan Daya

Dari grafik yang ditunjukkan pada gambar 9 menunjukkan bahwa semakin dekat jarak lilitan pemancar dengan lilitan penerima maka semakin besar daya yang dihasilkan, pada jarak 2 cm lilitan dengan luas penampang 2,5 mm² mampu menerima daya dua kali lebih besar dari lilitan dengan luas penampang 1,5 mm² dan empat kali lebih besar dari lilitan dengan luas penampang 28,26 mm². Untuk efektifitas lilitan dengan luas penampang 28,26 mm² hanya mampu menerima daya listrik sampai dengan jarak 8 cm, sedangkan lilitan penerima dengan luas penampang 1,5 dan 2,5 mm² mampu menerima daya hingga jarak 12 cm.



Gambar 10. Grafik Hubungan Jarak Dengan Efisiensi

Dari grafik yang ditunjukkan pada gambar 10 menunjukkan bahwa jarak yang paling dekat yaitu 2 cm mempunyai tingkat efisiensi yang paling baik dalam menerima daya listrik, lilitan penerima dengan luas penampang 2,5 mm² mempunyai efisiensi paling baik hingga 55,95% pada jarak 2cm. Pada jarak paling jauh dalam menerima daya listrik yaitu 12 cm lilitan penerima dengan luas penampang 1,5 mm² mempunyai efisiensi 0,82% sedangkan lilitan penerima dengan luas penampang 2,5 mm² masih mempunyai efisiensi sebesar 3,29% berbeda dengan lilitan dengan luas penampang 28,26 mm² yang hanya mempunyai efisiensi 1,23% pada jarak maksimal 8 cm.

4. PENUTUP

Dari hasil pengujian rangkaian *prototype transfer* daya listrik tanpa kabel dengan mengganti lilitan pada rangkaian penerima dapat di ambil kesimpulan bahwa:

- Lilitan penerima yang sama seperti lilitan pemancar dalam bentuk, luas penampang maupun nilai frekuensi resonansinya tidak menjamin bisa maksimal dalam menerima daya listrik bahkan hanya mampu menerima daya listrik pada jarak 8 cm.
- Dari seluruh pengujian lilitan penerima yang paling baik menerima daya listrik yaitu lilitan dengan luas penampang 2,5 mm² yang dapat menerima daya listrik hingga jarak 12 cm dengan daya maksimal 1,36 watt dengan efisiensi sebesar 55,96%.
- Jarak terjauh dalam pengujian ini yaitu 20 cm dengan tegangan pemancar sebesar 13,5 volt lilitan penerima dengan luas penampang 2,5 mm² masih mampu menerima tegangan sebesar 2,2 volt pada jarak tersebut.

PERSANTUNAN

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada pihak – pihak yang senantiasa mengeluarkan waktunya untuk memberikan bantuan dalam menyelesaikan tugas akhir sebagai berikut:

- ALLAH SWT dan Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan banyak kenikmatan dan kemuliaannya.
- Bapak dan ibu tercinta yang telah mendo'akan, memberikan nasehat dan semangat dalam pengerjaan Tugas Akhir.
- Bapak Umar S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Bapak Hasyim asy'ari, S.T, M.T. selaku dosen pembimbing.
- Bapak dan ibu Dosen Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Teman-teman Asisten Laboratorium Teknik Elektro UMS yaitu saleh syahmi, cahyo kumolo, rheksi hermawan, Amri fardiansah, septian heri prasetyo, mahmud ari munandar, Qoid zuhdi dan asisten yang tidak dapat penulis sebut satu-satu yang telah membantu memberi referensi kepada penulis.
- Teman-teman Teknik Elektro UMS angkatan 2012 yaitu annas albab fauzi, very bagus, aziz himawan, beni candra giri, dan teman-teman yang tidak dapat penulis sebut satu per satu yang telah memberikan semangat dan motivasinya
- Teman-teman selain Teknik Elektro UMS angkatan 2012 yaitu Yunitasari, mas tarmuji, mas dika yang telah memberikan doa dan semangat kepada penulis.
- Mas Angga priyatmoko yang telah memberikan inspirasi kepada penulis dalam menghadapi masalah dalam pengerjaan Tugas Akhir.
- Teman-teman penulis yang selain di Teknik Elektro UMS yang tidak bisa disebutkan oleh penulis yang telah memberikan dukungan serta do'a.

DAFTAR PUSTAKA

- Agbinya, J. (2012). *Wireless Power Transfer*, (5), 73–75.
- Fisika, P. (2014). Optimasi Rangkaian dan Material Kumparan pada Rangkaian Transfer Listrik Tanpa, *II*(2), 35–39.
- Guo, Y., Zhu, C., Lu, R., Wei, G., & Song, K. (2015). Resonant enhanced parallel-T topology for weak coupling wireless power transfer pickup applications. *The Journal of Engineering*, 2014–2016. <http://doi.org/10.1049/joe.2014.0343>
- Hu, W., Zhou, H., Deng, Q., & Gao, X. (2014). Optimization Algorithm and Practical Implementation for 2-coil Wireless Power Transfer Systems, *2014*, 4330–4335.
- Muchtar, M., Studi, P., Elektro, T., Teknik, A., & Makassar, I. (2013). Terobosan Baru Transmisi Energi Listrik Tanpa, (November), 14–15.

- Mung, D. L., Lwin, K. S., & Tun, H. M. (2015). Design And Construction Of Wireless Charging System Using Inductive Coupling, *4*(06), 282–287.
- Suksmadana, I. M. B. (1943). RANCANG BANGUN SISTEM TRANSFER DAYA LISTRIK NIRKABEL, (62).
- Zhao, L., & Liu, Y. (2013). Simulation of Magnetic Resonance for Wireless Power Transfer, *5*(5), 1578–1582.